

EFEK TOKSISITAS POLUTAN TRIBUTILTIN TERHADAP SEL ALGA LAUT, *Kappaphycus alvarezii*

Natalie D. C. Rumampuk¹, Deiske A. Sumilat¹, Carolus P. Paruntu¹
dan Sandra O. Tilaar¹

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unsrat Manado 95115 (E-mail:
detynatalie@yahoo.com)

ABSTRAK

Pengaruh subletal TBT pada morfologi sel ganggang terjadi pada konsentrasi 2 ppm -10 ppm, dimulai dengan perubahan warna yang pudar diikuti dengan pemutihan di tallus. Secara histopatologi, konsentrasi 2-4 ppm struktur sel alga masih utuh sama seperti kontrol, dimana korteks dan medula terdiri dari serangkaian sel berbentuk bulat. Pada konsentrasi TBT 6 ppm, terlihat batas antara sel korteks dan medula hampir tidak ada dan sel menjadi sangat tipis, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi (8 dan 10 ppm) sel korteks dan medula sudah rusak total.

Kata Kunci: Tributiltin, toksisitas, rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*)

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat memberi peluang dalam pemanfaatan sumberdaya alam untuk memenuhi kebutuhan manusia. Wilayah pesisir dan laut memiliki potensi, baik berupa sumberdaya yang dapat diperbaharui maupun yang tidak dapat diperbaharui sehingga wilayah pesisir dan laut merupakan salah satu wilayah dengan aktivitas pembangunannya.

Sekalipun kegiatan pemanfaatan sumberdaya laut sangat bermanfaat bagi perekonomian, tetapi tanpa disadari dapat membawa dampak buruk bagi lingkungan. Dampak buruk ini bisa berupa kerusakan lingkungan yang disebabkan karena pencemaran. Pencemaran merupakan dampak bawaan yang selalu mengikuti setiap kegiatan pembangunan. Menurut Undang-undang No. 23 tahun 1997, pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energy dan/atau komponen lain kedalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Pencemaran dapat disebabkan oleh masuknya polutan diperairan, berupa limbah, pestisida, minyak, logam berat ataupun bahan kimia lainnya. Polutan dapat menyebabkan berkurangnya populasi pada makhluk hidup, mempengaruhi metabolisme dan reproduksi, perubahan tingkah laku dan dapat menyebabkan

penurunan kualitas lingkungan dengan cepat sehingga tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya (Rand dan Petrocelli, 1985).

Laut yang mencakup sekitar dua pertiga wilayah Indonesia mengandung beraneka-ragam kekayaan alam merupakan potensi yang harus dimanfaatkan seoptimal mungkin untuk kesejahteraan seluruh masyarakat Indonesia. Kepedulian terhadap keberlanjutan kehidupan hayati yang beraneka-ragam di laut, dibangkitkan oleh pemahaman bahwa peningkatan buangan limbah akibat maraknya kegiatan industri, transportasi seputar kawasan pesisir, pemekaran wilayah pemukiman serta reklamasi pantai mengancam produktivitas dan keaneka-ragaman hayati laut.

Alga merah memiliki nilai ekonomi penting karena mengandung *iota* karagenan, disajikan sebagai salad, dan sebagai sumber gizi, alga memiliki kandungan karbohidrat, protein, sedikit lemak, dan abu (natrium, kalium, fosfor, natrium, besi, yodium). Juga terdapat kandungan vitamin-vitamin yaitu A, B1, B2, B6, B12, C, dan betakaroten. Hal ini yang menjadikan alga merah sebagai salah satu spesies yang dominan dibudidayakan di Pantai Desa Arakan Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan.

Keberadaan populasi alga di suatu perairan dapat terganggu akibat adanya tekanan lingkungan, karena keterbatasan alga untuk bertahan dalam lingkungan tertentu, seperti kontaminasi limbah anthropogenik yang mengandung senyawa toksik bagi alga termasuk TBT (tributiltin). Hal ini disebabkan TBT telah digunakan secara luas dan tidak terkontrol sebagai bahan anti fouling yang dicampurkan dengan bahan baku cat. TBT merupakan substansi yang sangat beracun di lingkungan perairan dan untuk konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan kematian bagi organisme (Bryan *et al.*, 1986; Gibbs *at al.*, 1987; Ohji *et al.*, 2002).

Masuknya TBT di perairan dapat mempengaruhi keberadaan organisme laut termasuk alga. Namun sejauh mana pengaruh TBT belum banyak diaplikasikan. Alga merah *Kappaphycus alvarezii* dapat dipakai untuk mengontrol pencemaran perairan, dimana perubahan sel yang terjadi pada alga dapat memberi informasi mengenai dugaan kontaminasi senyawa organotin di suatu perairan. Berdasarkan hal ini maka dilakukan penelitian dengan tujuan menganalisis efek yang ditimbulkan oleh tributiltin melalui teknik histopatologi terhadap sel alga *Kappaphycus alvarezii*.

METODOLOGI PENELITIAN

Alga uji, *Kappaphycus alvarezii* yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari tempat pembudidayaan alga di Perairan Pantai Desa Arakan Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan. Sampel Alga dibawa ke laboratorium untuk diadaptasi pada kondisi laboratorium selama 3 hari sebelum dilakukan pengujian. Pemeliharaan dilakukan pada suhu 29 – 30 °C, pH 7 – 8 dan salinitas 35 ‰. Teknik kultur organisme uji adalah sistem statis (air tidak mengalir).

Sebelum melakukan pengujian terlebih dahulu dilakukan uji pendahuluan untuk mengetahui kisaran konsentrasi kronik yang nantinya digunakan dalam penelitian selanjutnya. Konsentrasi yang digunakan dalam uji pendahuluan adalah 0,01 ppm, 0,1 ppm, 1 ppm, 10 ppm ditambah kontrol. Organisme uji dipelihara dalam wadah toples dengan volume air 250 ml dengan konsentrasi yang sudah ditentukan, dan masing-masing toples dimasukkan 5 potongan alga. Dari hasil uji pendahuluan ini dipilih 5 konsentrasi kronik yakni 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, 10 ppm untuk pengujian selanjutnya.

Pengujian efek TBT dilakukan dengan memelihara alga uji *Kappaphycus alvarezii* dalam wadah toples volume air 300 ml yang mengandung larutan uji TBT setiap perlakuan dilakukan 2 kali pengulangan. Masing-masing wadah dimasukkan 10 potongan alga yang berukuran sekitar 4-5 cm serta diberi aerasi. Pengujian dilakukan selama 15 hari dan pada akhir pengujian dilakukan pemeriksaan toksisitas TBT terhadap sel alga, sedangkan pengamatan terhadap morfologi alga dilakukan setiap hari.

Untuk mengetahui dampak senyawa TBT terhadap struktur sel alga *Kappaphycus alvarezii* maka dilakukan pemeriksaan mikroskopis dengan prosedur histopatologi. Sampel diambil pada masing-masing toples untuk setiap perlakuan, kemudian sampel difiksasi dalam formalin 4%. Setelah difiksasi, sampel dipotong-potong setipis mungkin dengan menggunakan silet. Hasil sayatan tersebut diletakkan pada kaca preparat dan diwarnai dengan anilin blue, kemudian ditutup dengan coverglass selanjutnya, diamati dibawah mikroskop. Gambaran dan perubahan histopatologi sel alga akan dicatat dan dibandingkan dengan kontrol berdasarkan sediaan struktur sel menurut Doty (1985). Bagian yang diamati, divisualisasikan dengan menggunakan mikroskop berkamera.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan bentuk morfologi dari alga *Kappaphycus alvarezii*, yang dijadikan kontrol, menunjukkan karakter morfologi sebagaimana di habitat alami, dimana bentuk thallus dan warnanya kecoklatan, sehingga dapat dijadikan acuan atau pembandingan terhadap alga yang diberi perlakuan TBT. Alga yang terdedah pada TBT konsentrasi 2 ppm dan 4 ppm tidak mengalami perubahan baik bentuk dan warna thallusnya. Perubahan morfologi terjadi pada akhir minggu kedua (hari ke 15), dimana warna thallus mulai memudar, namun bentuk thallus tidak mengalami perubahan.

Pada konsentrasi TBT 6 ppm terlihat warna thallus sudah memudar, tetapi ujung thallusnya belum mengalami pemutihan (bleaching), selanjutnya pada hari ke 8 pemutihan pada ujung thallus telah terlihat dan diikuti dengan perubahan warna thallus yang memudar jika dibandingkan dengan kontrol, sekalipun demikian bentuk thallus tidak berubah.

Perubahan morfologi alga yang terdedah dengan TBT konsentrasi 8 ppm warna thallusnya terlihat memudar dan pemutihan yang terjadi pada ujung thallus semakin besar dan thallus sudah lembek. Pada konsentrasi 10 ppm, proses perubahan warna thallus terjadi dengan cepat yaitu dimulai pada hari ke 3, kemudian pada hari ke 4 perubahan warna thallus dan pemutihan pada ujung thallus semakin banyak bahkan hampir semuanya sudah menjadi putih, selanjutnya thallus sudah menjadi lembek pada hari ke 12.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengujian TBT pada alga *Kappaphycus alvarezii* yang diuji pada konsentrasi berbeda mulai dari 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm dan 10 ppm, membawa dampak kerusakan pada bentuk morfologi thallus dan sel alga. Senyawa tributiltin yang terkandung di dalam air dapat dipindahkan dari badan air kedalam tubuh organisme melalui proses absorpsi (penyerapan) oleh organisme tersebut. Proses penyerapan TBT yang mempunyai daya racun yang tinggi oleh alga *Kappaphycus alvarezii* dapat dilakukan oleh seluruh bagian thallus, sehingga alga yang terkontaminasi mengalami perubahan pada kondisi morfologi. Hal ini menunjukkan telah adanya pengaruh subletal TBT terhadap alga. Loban dan Wayne (1981) menyatakan perubahan morfologi thallus yang menjadi lembek dan perubahan warna menjadi putih dapat mempengaruhi terjadinya perubahan pada sel korteks dan medulla dimana dapat mempengaruhi proses metabolisme dan

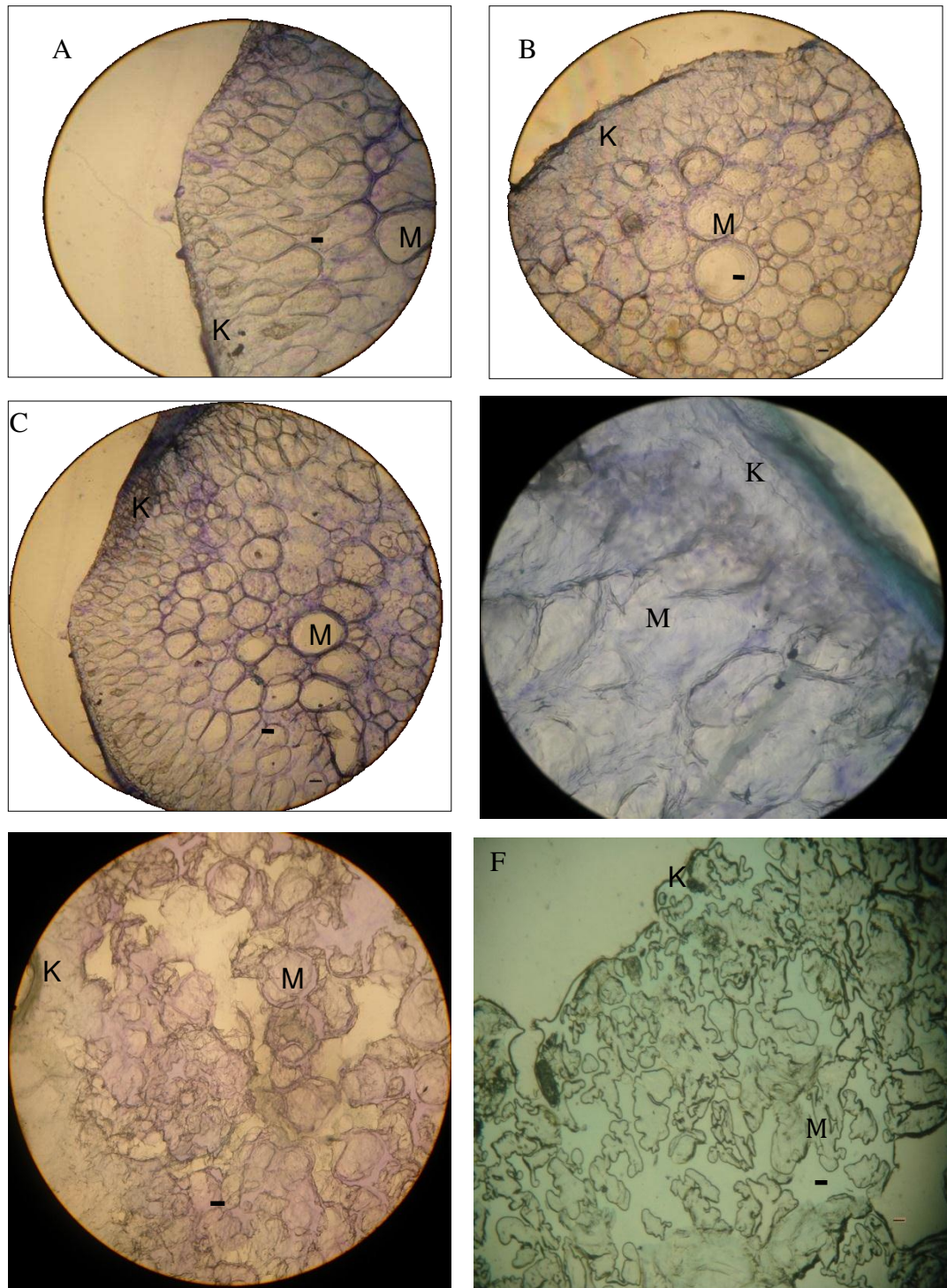
pertumbuhan alga. Rompas (1997) menyatakan bahwa efek-efek toksik dapat terjadi karena polutan tersebut berupa zat-zat kimia yang tergolong bahan asing yang dapat mempengaruhi aktivitas jaringan bahkan bias mematikan. Selanjutnya Bryan (1976) dalam Connel dan Miller (1995) mengemukakan bahwa pengaruh subletal suatu polutan pada makhluk hidup menyebabkan terjadi perubahan morfologi, histologi, fisiologi (pertumbuhan, perkembangan, kemampuan renang, pernapasan, sirkulasi), biokimiawi (keadaan kimia darah, kegiatan enzim, endokrinologi), perilaku/neurofisiologi dan perkembangbiakan.

Hasil pemeriksaan penampang sel alga *Kappaphycus alvarezii* yang tidak diberi perlakuan TBT (kontrol) pada akhir pengujian, terlihat bahwa medulla dan korteks dalam keadaan yang utuh, dimana bentuk korteksnya masih teratur terdiri dari 1 - 3 series sel dan sel-sel medulla masih berbentuk bulat utuh. Pada Gambar 1 A, medula dan korteks dapat dilihat secara jelas. Berdasarkan hasil identifikasi ini maka dapat dijadikan pembandingan terhadap alga yang telah terkontaminasi dengan TBT.

Alga yang terdedah dengan TBT konsentrasi 2 ppm, menampilkan bagian medulla dan korteks masih berbentuk utuh sama dengan sel pada kontrol yang masih tampak sempurna. Hal yang sama juga terlihat pada sel alga yang telah diberi dengan TBT konsentrasi 4 ppm, nampak medulla berbentuk bulat utuh dan korteksnya masih tersusun atas beberapa seri sel sama seperti pada kontrol (Gambar 1 B & C).

Setelah sel alga diberi perlakuan dengan TBT konsentrasi 6 ppm, ternyata bentuk pinggiran korteksnya sudah mengalami perubahan, dimana batas antara korteks dengan medulanya hampir tidak ada lagi, dan korteks sudah sangat menipis serta putus, hal ini juga terjadi pada bagian medulla yang sudah tidak utuh serta sel-selnya hampir menyatu dengan korteks. Perubahan yang terjadi pada konsentrasi TBT 6 ppm ini dapat dilihat pada Gambar 1 D.

Perubahan yang sama juga terjadi pada konsentrasi bahan uji yang lebih tinggi yakni 8 ppm, jika dibandingkan dengan kontrol nampak bentuk medula sudah tidak beraturan namun belum mengalami kerusakan total karena ada sebagian dari medula masih dapat diamati sesuai bentuknya, sedangkan sel korteks kelihatan sudah tidak sesuai bentuknya (Gambar 1 E).



Gambar 1. Bentuk sel alga, *Kappaphycus alvarezii* sebelum dan sesudah diberi perlakuan dengan senyawa tributiltin.
 (A= Bentuk sel normal (kontrol), B= Konsentrasi 2 ppm, C= Konsentrasi 4 ppm, D= Konsentrasi 6 ppm, E= konsentrasi 8 ppm, F= Konsentrasi 10 ppm, M= medula, K= Korteks)

Gambar 1F menunjukkan bentuk sel korteks dan medulla yang diberi TBT konsentrasi 10 ppm, dimana susunan selnya telah terjadi kerusakan total. Batas antara korteks dan medulla sudah tidak ada lagi karena sel-selnya sudah menyatu. Jadi, semakin besar konsentrasi TBT yang diberikan maka semakin besar pula tingkat kerusakan yang ditimbulkan dan semakin cepat pula waktu yang diperlukan untuk menyebabkan kerusakan tersebut.

Pengamatan pada sel alga *Kappaphycus alvarezii* membuktikan bahwa TBT yang terabsorpsi ke dalam thalus alga terakumulasi dalam sel korteks dan medulla menimbulkan perubahan bentuk dalam konsentrasi 6 ppm, 8 ppm, dan 10 ppm. Pemasukan TBT yang berulang-ulang walaupun dalam jumlah kecil akan meningkatkan konsentrasinya di dalam korteks sehingga menyebabkan perubahan pada sel-sel korteks. Korteks merupakan jaringan yang mengelilingi medulla serta mengandung filamen pada ujungnya. Menurut Atmadja *dkk*, (1996), jaringan tengah dari *Kappaphycus alvarezii* terdiri dari filamen-filamen yang berwarna dan dikelilingi oleh sel-sel besar dan dilapisi oleh lapisan korteks. Filamen adalah suatu tipe thallus yang terdiri dari satu atau lebih barisan yang menghubungkan sel, dengan atau tanpa lapisan gelatin dan perekat. Apabila bahan pencemar sudah merusak korteks, maka akan lebih mudah untuk terus masuk ke seluruh sel alga. Adanya transisi sel dari korteks ke medulla dapat menyebabkan bahan pencemar merusak sel sel medulla. Perubahan yang terjadi pada sel-sel korteks dapat diamati pada setiap konsentrasi pengujian dengan perbedaan tingkat kerusakan dimana dari hasil pengamatan menunjukkan telah terjadi perubahan bentuk susunan sel korteks.

Perubahan korteks juga dapat menyebabkan rusaknya '*pit connection*'. Loban dan Wayne (1981), menyatakan bahwa hubungan sel yang satu dengan sel lainnya karena adanya '*pit connection*'. Rusaknya '*pit connection*' akan mempengaruhi suplai oksigen dan makanan ke seluruh sel alga. Kerusakan pada bagian korteks akan menyebabkan polutan semakin cepat masuk kedalam sel, sehingga mempercepat kerusakan pada sel medulla. Perubahan ini dapat diamati mulai dari konsentrasi 6 ppm, 8 ppm dan 10 ppm. (Gambar 1 D, E, dan F). Korteks merupakan bagian dari alga yang di dalamnya mengandung pigmen klorofil, untuk melakukan fotosintesis. Klorofil adalah pigmen karena menyerap cahaya yakni radiasi elektromagnetik pada spectrum kasat mata (visibel). Dengan adanya pigmen maka alga dapat mensintesis bahan-bahan organik dengan menyerap cahaya sebagai

sumber energi (Kimbal, 1998; Tokida *et al.*, 1975). Perubahan yang terjadi pada korteks diduga disebabkan hilangnya pigmen dalam sel alga, dimana adanya unsur timah (Sn) dalam larutan uji TBT bersifat akumulatif yang memungkinkan terjadi penumpukkan pada bagian korteks, sehingga menghambat proses fotosintesis, yang mengakibatkan alga kehilangan kemampuan untuk tumbuh.

Menurut Connel dan Miller (1995), unsur timah merupakan substansi yang sifatnya dapat terakumulasi secara biologi di dalam rantai makanan (bioakumulatif), dapat berada disuatu tempat dan tidak mengalami proses degradasi (persisten) sehingga mempunyai potensi sebagai racun (toksik) bagi organisme. Selanjutnya Bowman (1982) menyatakan senyawa organotin bersifat racun karena sifatnya lebih mudah masuk dalam jaringan tubuh melalui unsur organiknya yang mudah larut, terutama bila berikatan dengan lipida atau lemak.

Penelitian ini membuktikan bahwa senyawa tributyltin mempunyai daya racun bagi organisme akuatik. Jadi dengan makin banyaknya kegiatan manusia, maka makin banyak pula polutan yang dihasilkan, terutama polutan yang dihasilkan lewat terlepasnya bahan cat kapal yang bersifat antifouling dan mengandung TBT tersebut. Polutan ini akan sangat berbahaya apabila sampai mencemari perairan, sebab akan sangat beracun dan mudah menumpuk dalam tubuh organisme, sehingga dapat meracuni seluruh rantai makanan dalam ekosistem dan cara penumpukkan dari organism lain yang memangsanya (bio-magnification) (Dobson dan Cabridenc, 1990; Rumengan *et al.*, 2008).

Kebanyakan dari polutan ini akan sampai ke daerah perairan seperti sungai, danau dan lautan. Polutan-polutan tersebut memberi efek toksik bagi organisme laut melalui penurunan dengan cepat kualitas lingkungan, dapat mempengaruhi jaringan bahkan dapat mematikan yang pada akhirnya mengurangi populasi biota. Penggunaan yang tidak terkontrol dapat menyebabkan pengaruh besar yang berdampak dalam jangka panjang terhadap biota laut.

Alga merupakan organisme perairan yang tergantung pada kondisi kualitas lingkungan. Mengingat alga adalah organisme perairan yang sangat banyak manfaatnya untuk kebutuhan manusia, maka kondisi perairan dimana alga hidup harus diperhatikan agar tidak mudah tercemar dengan bahan pencemar terutama senyawa organotin, seperti TBT.

KESIMPULAN

Kontaminasi TBT pada alga sel *Kappaphycus alvarezii* dapat menyebabkan perubahan secara morfologi fisik, yang ditandai dengan adanya warna thallus yang memudar dan pemutihan pada ujung thallus (bleaching) serta perubahan bentuk selnya. Pada konsentrasi TBT mulai dari 6 ppm sampai 10 ppm menyebabkan perubahan sel pada korteks dan medulla yang semakin nyata sehingga dapat mengakibatkan kerusakan sel serta kematian alga. Kerusakan yang ditimbulkan oleh TBT dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi yang diberikan, dimana semakin besar konsentrasinya maka semakin besar pula kerusakan yang ditimbulkan dengan waktu yang relatif lebih cepat. Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka disarankan perlu ada usaha untuk mengontrol penggunaan TBT sebagai bahan anti fouling di Indonesia mengingat efek buruk yang ditimbulkan sangat berbahaya jika terkontaminasi pada organisme perairan khususnya alga.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmaja, W. S., Kadi, A., Sulistijo dan Satari, R. 1996. Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia. *Puslitbang Oseanologi Lipi. Jakarta*. 191 hal.
- Bowman, M. C. 1982. Handbook of Carcinogenesis and Hazardous Substances (Chemical and Trace Analysis). *Marcel Dekker, Inc. New York*. 681 p.
- Bryan, G. W., Gibbs, P. E., Burt, G. R. and Hummerstone, L. G. (1986) The Decline Of The Gastropod *Nucella Lapillus* Around Southwest England: Evidence For The Effects Of Tributyltin From Anti-Fouling Paints. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 66, 611-640.
- Connel, D.W. and Miller, G.J. 1995. Chemistry and Ecotoxicology Pollution. *Jhon Wiley and Sons*.
- Dobson, S. dan Cabridenc, R. 1990. Tributyltin Compounds. Environmental Health Criteria 116. *International Programme on Chemical Safety (IPCS). UNDP-ILO-WHO*. 179 pages.
- Doty, M. S. 1985. *Eucheuma alvarezii* sp. Nov. (gigartinales, rhodophyta) from Malaysia. In Taxonomi of Economic Seaweeds. *California Sea Grant College Program. California*. Pp. 37 – 45.
- Gibbs, P. E., G. W. Bryan., P. L. Pascoe & G. R. Burt. 1987. The Use Of The Dog-Whelk *Nucella Lapillus* As An Indicator Of TBT Contamination. *Journal Marine Biological Association*. 67; 507-523.
- Kimbal, J.W., 1998. Biologi Jilid I. penerbit Erlangga. Jakarta. 333 hal. 247 hal
- Lobban, C. S. and Wyne, M.J. 1981. The Biology of Sea Seaweed Vol I. *University of California Press: Berkeley dan Los Angeles*.
- Ohjii, M., Aray, T. and Miyazaki, N. 2002. Effect of Tributyltin exposure in the Embryonic Stage on the Sex Ratio and Survival Rate in The Caprellids

- Amphipoda caprella. Danilevskii Ecology Progres Series. Pp. 235 : 171 – 176.*
- Rand , G. M. and Petrocelli. 1985. Fundamental of Aquatics Toxicology *Hemisphere Publishing Coorporation. New York.* Hal 45 – 62.
- Rompas, R. M. 1997. Dasar-Dasar Toksikologi. *Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Manado.*
- Rumengan, I.F.M., Ohji M., Arai T., Harino H., Arifin Z., and Miyazaki, N. 2008. Contamination status of butyltin compounds in Indonesian coastal waters: A Review. *Coastal Marine Science* 32(1):116-126.
- Tokida, J. and Hirose, H. 1975. Advance of Phycology in Japan. *Dr. W. Junk b. V. Publishers. The Hangu German Democratic Republic.*
- .